



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



**IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS
FUNCIONAIS DE PLANTAS (TFP) NO BIOMA CERRADO PARA O USO EM
MODELOS INTEGRADOS DE BIOSFERA TERRESTRE**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Bruna Karadi da Silva

Bruna Karadi da Silva (FATEA, Bolsista PIBIC/CNPq)

E-mail: bruna.karadi@inpe.br

Dr. Jorge Alberto Bustamante Becerra (CST/INPE, Orientador)

E-mail: Jorge.bustamante@inpe.br

COLABORADORES

Emily Ane Dionizio da Silva (bolsista CNPq/CST/INPE)

Suzana Maria Inácio de Carvalho (bolsista FAPESP/CST/INPE)

Julho de 2011

Sumário

	Páginas
1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVO	5
3. Matérias e Métodos	6
3.1 . Área de Estudo	6
4. Metodologia	6
4.1 Dados da Estrutura da vegetação	7
4.2 Dados de Biomassa	8
5. Resultados e Discussões	8
5.1. Dados da Estrutura da Vegetação	8
5.2 Dados de Biomassa	12
Conclusão	15

Resumo da proposta

Modelos de interação biosfera-atmosfera de última geração, como o modelo integrado de biosfera-IBIS (Integrated Biosphere Simulator), usam a classificação de tipos funcionais de plantas (TFP) para determinar as classes de vegetação que pela sua vez interagem com a camada limite. O IBIS utiliza 12 TFPs (que vão de árvores tropicais a gramíneas C3) definidos através de parâmetros bioclimáticos e ecofisiológicos. Esses TFPs são reagrupados em quatro estratos fitofisionômicos: campestre (estrato 1) campo-cerrado e cerrado (estrato 2), cerradão e florestas decíduas (estrato 3) e florestas perenifólias (estrato 4); onde para cada estrato é definido um valor específico de índice de área foliar (LAI). No caso da classe savana, o modelo atribui maior peso de importância e LAI para os estratos 1, 3, 4 e 2, respectivamente. Simulações do modelo IBIS em escala global, em geral, apresentam bom desempenho no hemisfério norte e médio no hemisfério sul, especialmente na América do Sul (AS). Uma das causas deste desempenho médio na AS é devido ao fato que a vegetação de savana usada pelo modelo tem as características das savanas africanas e não as do cerrado brasileiro. Neste sentido, o objetivo deste estudo é conseguir caracterizar e identificar os TFPs do cerrado a partir de ferramentas de sensoriamento remoto bem como a levantar informações da literatura que relatem parâmetros capazes de diferenciar as diferentes fitofisionomias (cerrado sensu stricto, campo limpo, campo sujo, cerrado denso, cerradão, mata de galeria), para melhorar a caracterização do bioma Cerrado no modelo de superfície IBIS.

Resumo

O bioma Cerrado corresponde a 23% do território nacional e é caracterizado por apresentar formação florística heterogênea, conhecida como “mosaico de fitofisionomias”. Modelar a interação entre este bioma e a atmosfera tem se tornado um grande desafio para a ciência devido à dificuldade de obtenção de dados de campo e determinação de parâmetros ecofisiológicos que sejam representativos. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento de informações de campo para o cerrado brasileiro com o intuito de elaborar um banco de dados que permita melhorar a caracterização e interpretação das informações de sensores remotos quanto à estrutura e função da vegetação estudada. Os resultados do trabalho revelam a existência de uma relação direta entre cobertura vegetal e biomassa aérea e de raízes, seguindo um gradiente de maior a menor cobertura. Para o cerrado denso, o valor de biomassa foi de 47 Mg ha⁻¹, seguido por cerrado aberto com 46,6 Mg ha⁻¹, cerrado *sensu stricto* 3,93 Mg ha⁻¹, campo sujo 28,38 Mg ha⁻¹ e campo limpo 16,3 Mg ha⁻¹. O maior desvio padrão encontrado foi para cerrado denso com valor de 10,03 seguido por cerrado *sensu stricto* com 4,92 e campo sujo 2,04. A estrutura da vegetação no cerrado *sensu stricto* variou de 5 a 57 cm, sendo que o maior número de indivíduos desta fitofisionomia, encontram-se nas classes diamétricas mais finas. A compilação destas informações são importantes, pois complementam as informações contidas nas imagens de satélite, permitindo uma melhor caracterização da vegetação estudada. Neste contexto, a formação completa deste banco de dados contribuirá ao entendimento da dinâmica da vegetação para os diferentes tipos funcionais de plantas no cerrado, permitindo futuramente a inserção de parâmetros que caracterizem mais realisticamente o bioma no modelo de superfície de interação biosfera-atmosfera IBIS.

1. Introdução

A vegetação do cerrado caracteriza-se por apresentar um mosaico de formações vegetais que vão de florestais a campestres, tornando-se, assim, uma região peculiar e diversificada fisionomicamente (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Modelar a interação entre este bioma e a atmosfera tem se tornado um grande desafio para a ciência devido à dificuldade de obtenção de dados de campo e determinação de parâmetros ecofisiológicos que sejam representativos no nível de ecossistema.

Um dos parâmetros ecofisiológicos capaz de descrever a função da vegetação é a biomassa, que representa o acúmulo de CO₂ nas plantas, essencial para o aprimoramento da modelagem de tipos funcionais de plantas no Cerrado brasileiro. O modelo de superfície IBIS (Integrated Biosphere Simulator) é um destes modelos, pertencente a terceira geração de modelos computacionais, capaz de simular a interação ente a biosfera e atmosfera.

O IBIS assim como outros modelos computacionais, necessita de parâmetros ecofisiológicos para diferentes tipos de vegetação, para melhor representar as interações entre atmosfera- vegetação. Parâmetros como a biomassa em diversos compartimentos da planta (raízes, troncos e folhas), índice de área foliar, alturas máxima e mínima, entre outros, são essenciais na modelagem de ecossistemas terrestres.

No cerrado brasileiro, há uma grande heterogeneidade nas estimativas do estoque de biomassa e carbono, isto deve-se à estrutura da vegetação, à sazonalidade climática, bem como a ocorrência de queimadas. Outro fator importante são as diferentes metodologias aplicadas nestas estimativas.

Neste contexto, este trabalho apresenta-se como uma etapa inicial no levantamento de informações, parâmetros, que contribua na caracterização da estrutura e função das fisionomias de Cerrado partindo da compilação de informações bibliográficas. Assim, Estes resultados fornecerão subsídios na parametrização do modelo de superfície IBIS e na interpretação das informações fornecidas pelos sensores remotos.

2. Objetivo

Caracterizar a estrutura e função das principais fisionomias do Cerrado a partir da avaliação de parâmetros fitossociológicos e ecofisiológicos obtidos de levantamento bibliográfico compilado num banco de dados

3. Materiais

3.1. Área de Estudo

A área de estudo consiste no bioma Cerrado, ilustrado na Figura 1. Este bioma apresenta uma região nuclear (porção central do país) e uma periférica, ocupando total ou parcialmente os seguintes estados: Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Maranhão, Distrito Federal, Tocantins e parte de outros seis estados: Bahia, Ceará, Piauí, Rondônia, Paraná e São Paulo. Sendo o segundo maior bioma do território nacional (23%), perdendo somente em extensão para a Floresta Amazônica. É um bioma bastante complexo, sendo considerado como um mosaico de fitofisionomia verticalmente estruturados por espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas. Possui sazonalidade bem definida, com verões chuvosos (outubro a março) e invernos secos (abril a setembro) (clima Tropical sazonal, segundo Koppen).

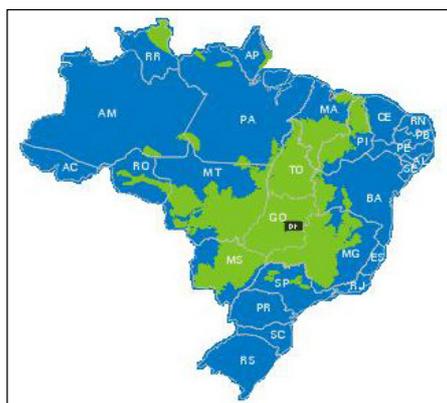


Figura 1. Localização do cerrado no Brasil e sua distribuição espacial ao longo dos Estados.

4. Metodologia

A metodologia usada neste estudo consistiu no levantamento de diversos estudos (Artigos científicos, teses mestrado, doutorado, resumos científicos, etc.), relacionados como a estrutura e produtividade da vegetação no bioma Cerrado, conforme descrito na Tabela 1. Estes dados foram extraídos e organizados em tabelas, utilizando o programa Microsoft Office Excel 2007, para posteriormente efetuar estatísticas descritivas.

Tabela1. Trabalhos publicados utilizados na elaboração do banco de dados.

Assunto	Fisionomias	Autor (es), ano
Biomassa	Cerrado sensu stricto	Abdala et al, 1998
Biomassa	Campo limpo e cerrado denso	Castro e Kauffman, 1998
Biomassa	Campo cerrado e cerradão	Dellitti et al, 2006
Biomassa	Campo sujo	Freitas et al, 2009
Biomassa	Campo sujo, campo cerrado e cerrado sensu stricto	Kuntschik, 2004
Biomassa	Campo sujo, cerrado denso e cerrado sensu stricto	Rodin, 2004
Biomassa	Cerrado sensu stricto	Vale et al, 2005
Estrutura da vegetação e Biomassa	Cerrado sensu stricto	Vale et al, 2002
Estrutura da vegetação e Biomassa	Cerrado sensu stricto	Rezendo et al, 2006
Estrutura da vegetação	Campo cerrado, cerradão e cerrado sensu stricto	Mantovani et al, 2001
Estrutura da vegetação	Cerradão, mata de galeria	Rossatto et al., 2008
Estrutura da vegetação	Cerrado sensu stricto	Aidar et al, 2010
Estrutura da vegetação	Cerrado sensu stricto e mata de galeria	Hämmerle, 2006

As informações levantadas na bibliografia foram organizadas seguindo o esquema apresentado na Figura 2. Esta figura mostra que a análise da estrutura da vegetação foi realizada usando classes diamétricas para organizar a distribuição de indivíduos na fitosionomia cerrado *sensu stricto*. No caso da biomassa, foram analisados biomassa da

parte aérea e de raízes, padronizando os valores em Mg ha^{-1} , nas fisionomias descritas na Figura 2.

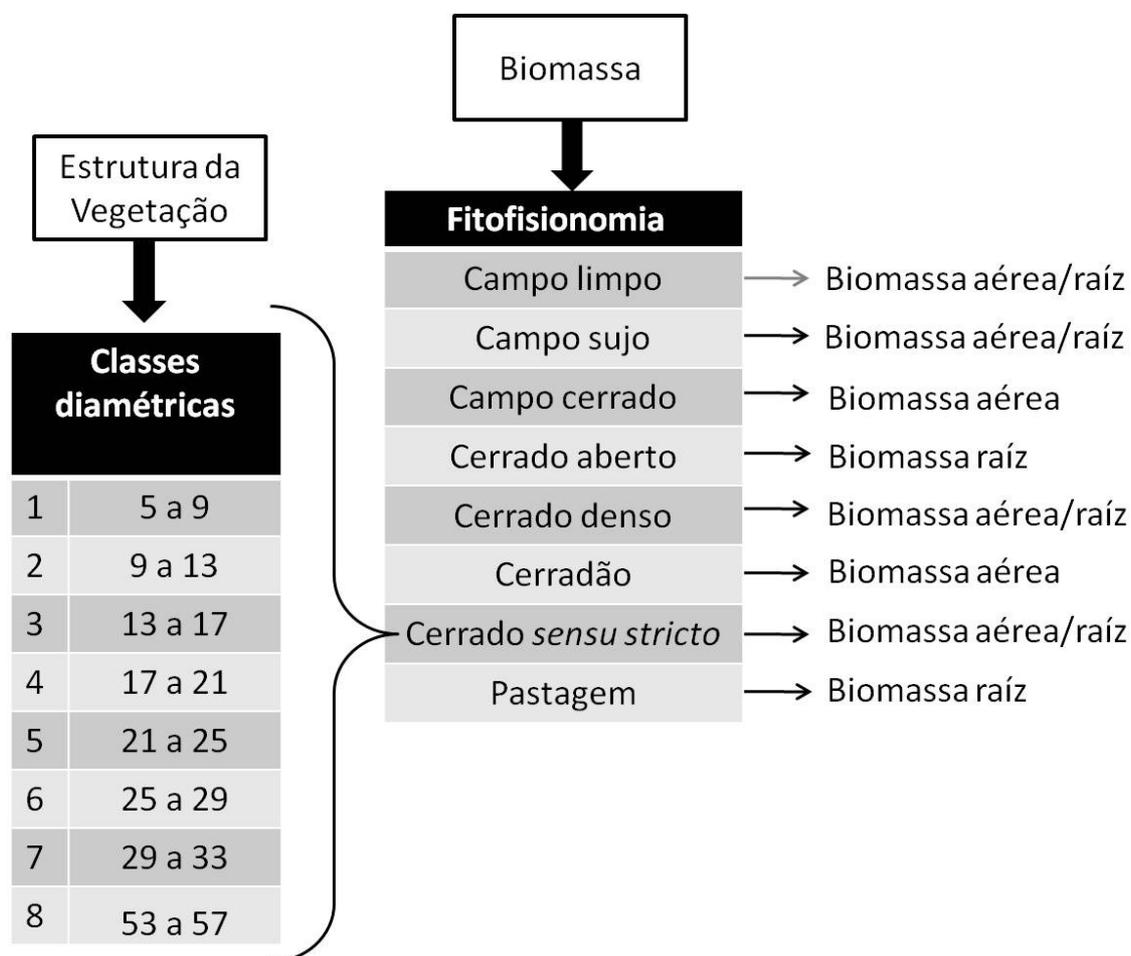


Figura 2. Diagrama dos temas analisados e descrição dos dados obtidos por fitofisionomia.

4.1. Dados de Estrutura da Vegetação

Os dados de estrutura da vegetação são importantes, pois revelam a ampla diversidade florística para fitofisionomias como campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão. Para analisar a estrutura da vegetação foram usadas 8 classes diamétricas que levam em conta árvores com DAP (diâmetro à altura do peito) que

varia de 5 a 57cm. As espécies identificadas, o número de indivíduos por espécie e a biomassa por espécie foram compilados somente para a fisionomia de cerrado *sensu stricto*.(Figura 2). As metodologias de campo aplicadas para o levantamento das informações indicam que a área estudada foi de 63,54 ha, divididas em parcelas de 20x50m. Segundo Rezende et al. (2006) foram selecionadas 10 parcelas aleatoriamente, todos os indivíduos lenhosos vivos (com casca) tomados a 0,30 m do solo e com diâmetro basal superior a 5 cm, foram etiquetados e identificados.

4.2. Dados de Biomassa

Os dados de biomassa ilustram a capacidade da vegetação de capturar e armazenar CO₂ da atmosfera.

Os dados de biomassa foram extraídos de um total de nove artigos, sendo que apenas três forneciam dados de biomassa aérea (caules, galos e folhas), os outros seis continham informações de biomassa na raiz. Além do conjunto de fisionomias analisadas e indicadas na Figura 2, também foi incorporado os resultados de biomassa aérea obtidos no subitem 4.1, dados de estrutura da vegetação.

5. Resultados e Discussões

5.1. Dados de Estrutura da Vegetação

As principais informações obtidas com relação à estrutura da vegetação foram as descritas por Vale et al. (2002) e Rezende et al, (2006), apresentados na Tabela 2. Ambos os estudos foram realizados em uma área de cerrado *sensu stricto* localizada na Reserva Ecológica Experimental da Universidade de Brasília, Fazenda Água Limpa, em Brasília DF.

Tabela 2. – Levantamento da vegetação em Cerrado *sensu stricto* na Fazenda água limpa (FAL) anos de 2002 e 2006.

Relação de Espécies para ambos os artigos	Vale et al, 2002	Rezende et al, 2006	Média N° ind	Família
Acosmium dasycarpum (Vog.) Yakovl.	1	1	1	Leg. Papilionoidae
Aspidosperma macrocarpon Mart.	5	5	5	Apocynaceae
Aspidosperma tomentosum Mart.	11	11	11	Apocynaceae
Blepharocalix salicifolius (H. B. & K.)	2	13	7,5	Malpighiaceae
Byrsonima coccolobifolia H.B. & K.	11	2	6,5	Malpighiaceae
Byrsonima crassa Nied.	4	11	7,5	Malpighiaceae
Byrsonima verbascifolia (L.) Rich. ex A. L. Juss.	12	4	8	Berg Myrtaceae
Caryocar brasiliense Camp.	29	29	29	Caryocaraceae
Connarus suberosus Planch.	7	7	7	Connaraceae
Dalbergia miscolobium Benth	84	84	84	Leg. Papilionoideae
Davilla elliptica		1	1	Dilleniaceae
Dimorphandra mollis Benth.	1	1	1	Leg. Mimosoideae
Enterolobium gummiferum (Mart.) Macb.	1		1	Leg. Mimosoideae
Enterolobium ellipticum		1	1	Leguminosae
Eremanthus glomerulatus Less.	16	16	16	Compositae
Eriotheca gracilipes (K. Schum.) A. Robyns	2	2	2	Bombacaceae
Eriotheca pubescens (Mart. & Zucc.) Schott. & Endl	10	10	10	Bombacaceae
Erythroxylum deciduum St. Hil.	1	1	1	Erythroxylaceae
Erythroxylum suberosum St. Hil.	2	2	2	Erythroxylaceae
Erythroxylum tortuosum Mart.	3	3	3	Erythroxylaceae
Guapira noxia (Netto) Lund	10	10	10	Nyctaginaceae
Hymenaea stigonocarpa Mart. Ex Hayne	3	3	3	Leg. Caesalpinoideae
Kielmeyera coriacea (Spreng.) Mart. var. coriacea	21	21	21	Guttiferae
Kielmeyera speciosa St. Hil.	12	12	12	Guttiferae
Lafoensia pacari St. Hil.	1	1	1	Lythraceae
Miconia ferruginata DC.	8	8	8	Melastomataceae
Miconia pohliana Cogn.	35	35	35	Melastomataceae

Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntz	3		3	Myrsinaceae
Ouratea hexasperma (St. Hil.) Baill.	114	114	114	Ochnaceae
Palicourea rigida Kunth	32	32	32	Rubiaceae
Piptocarpha rotundifolia (Less.) Baker	8	3	5,5	Sapotaceae
Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk.	3	8	5,5	Compositae
Psidium warmingianum Kiaersk.	1	1	1	Myrtaceae
Pterodon pubescens (Benth.) Benth.	14	15	15	Leg. Papilionoideae
Qualea grandiflora Mart.	34	35	35	Vochysiaceae
Qualea multiflora Mart.	23	23	23	Vochysiaceae
Qualea parviflora Mart.	35	35	35	Vochysiaceae
Rapanea guianensis		3	3	Myrsinaceae
Roupala montana		1	1	Proteaceae
Rourea induta Planch	2	2	2	Connaraceae
Schefflera (Didymopanax) macrocarpa (Seem.) D.C. Frodin	25	25	25	Araliaceae
Sclerolobium paniculatum Vog. Var. subvelutinum Benth.	46	46	46	Leg. Caesalpinoideae
Strychnos pseudoquina St. Hil.	1	1	1	Loganiaceae
Stryphnodendron adstringens (Mart.) Cov.	5	5	5	Leg. Mimosoideae
Styrax ferrugineus Nees & Mart.	5	8	6,5	Styracaceae
Symplocos rhamnifolia A. DC.	1	1	1	Symplocaceae
Tabebuia ochracea (Cham.) Standl.	1	1	1	Bignoniaceae
Tabebuia serratifolia (Vahl.) Nicholson	1	1	1	Bignoniaceae
Vochysia elliptica Mart.	6	6	6	Vochysiaceae
Vochysia rufa Mart.	1	1	1	Vochysiaceae
Vochysia thyrsoidea Pohl.	20	20	20	Vochysiaceae
<i>Total de indivíduos amostrados</i>	673	681	677	51
<i>Total de espécies encontradas</i>	47	49	48	
<i>Co-ocorrência de espécies</i>	45	45		
<i>Espécies exclusivas</i>	2	4		

Os resultados indicam que o valor médio de indivíduos foi de 677, totalizando 48 espécies em média e 51 famílias, sendo que as mais decorrentes foram *Vochysiaceae*, *Myrsinaceae*, *Erythroxylaceae*, *Leg. Mimosoideae*, *Leg. Papilionoideae* e *Malpighiaceae*.

O número de espécies exclusivas é baixo em relação ao total de espécies encontradas devido ao fato dos estudos analisados corresponderem a mesma região e serem de datas relativamente próximas. A ocorrência de quatro novas espécies no trabalho de Rezende (2006) deve-se ao fato da inclusão de indivíduos com DAP maior que 0,33 m.

Tabela 3. Nº número de indivíduos para dois autores, numero de biomassa para uma área de cerrado *sensu stricto*.

Classes diamétricas	Nº Ind-a	Nº Ind-b	Nº Bio-a (Mg ha⁻¹)	Média Nº Ind
5 a 9	393	369	1,783	381
9 a 13	176	187	2,562	181,5
13 a 17	58	74	2,139	66
17 a 21	22	25	1,857	23,5
21 a 25	15	17	1,779	16
25 a 29	6	5	1,305	5,5
29 a 33	3	3	0,963	3
53 a 57	0	1		1

Nº ind-a: Número de indivíduos (Vale et al, 2002), Nº ind-b: Número de indivíduos (Rezende et al, 2006). Nº Bio-a: Número de biomassa para (Vale et al, 2002).

De acordo a Tabela 3, a classe diamétrica 5 a 9 é a que apresenta o maior número de indivíduos (média de 381), com biomassa média de 1,783 Mg ha⁻¹. No entanto, ressalta-se que a quantidade de biomassa para esta classe não é a superior, ou seja, embora seja a classe predominante na região de estudo, as classes diamétricas que apresentam maiores teores de biomassa, são as classes de 9 a 17 cm, com valores médios de 2,562 Mg ha⁻¹ e 2,139 Mg ha⁻¹, conforme a Figura 3. Isto ocorre no cerrado *sensu stricto*, pois a maior parte da vegetação é composta por árvores de troncos finos (maior variedade de espécies), mas com menores valores de biomassa. Entretanto, espécies com maior DAP são mais representativas em questões de biomassa (Figura 3) e alocação de carbono, embora encontradas em menor quantidade.

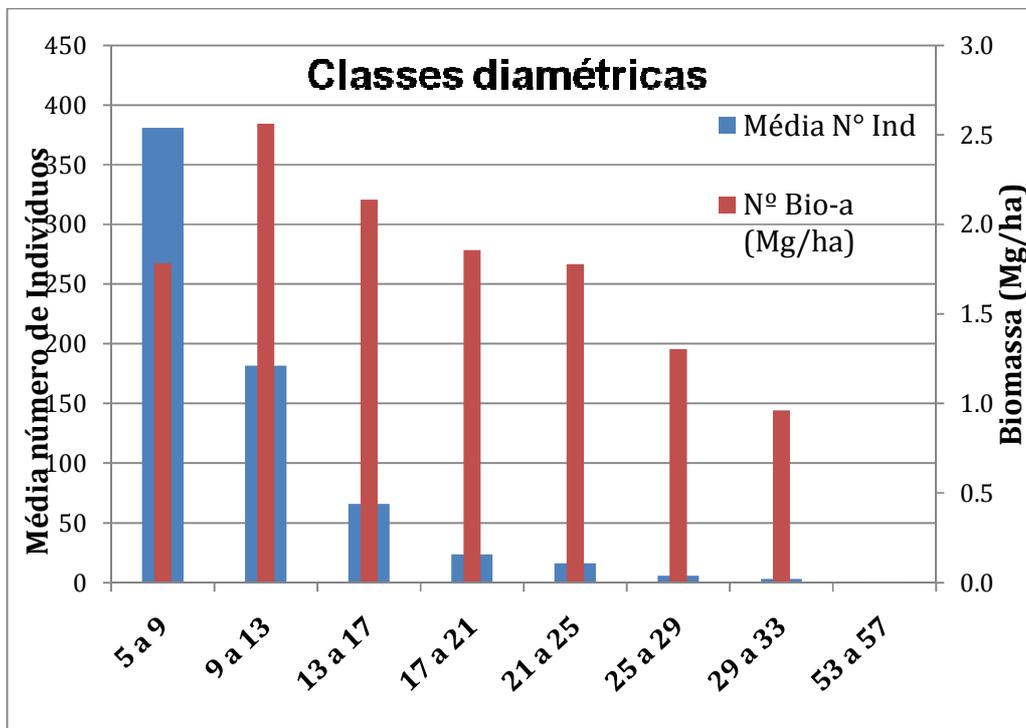


Figura 3. Distribuição de número de indivíduos e biomassa por classe diamétrica no cerrado *sensu stricto*.

A relação entre diâmetro e biomassa é alta quando excluída a primeira classe (5 a 9). Neste caso podendo se observar que quanto maior a classe diamétrica menor o número de indivíduos e maior a quantidade de biomassa na fitofisionomia cerrado *sensu stricto*.

5.2. Dados de Biomassa

Nas Tabelas 4 e 5 pode-se observar os resultados da biomassa aérea e de raízes para as diferentes fisionomias do cerrado.

Os resultados da Tabela 4 mostram que existe um gradiente de biomassa aérea que vai de fisionomias com menor cobertura vegetal (campo limpo) para as de maior cobertura (cerradão). Os valores analisados correspondem a somente uma fonte de informação por fisionomia para campo limpo, campo sujo, e cerradão. Somente na fisionomia de cerrado

sensu stricto foram encontrados valores descritos por três autores (10,03 Mg ha⁻¹, 12,39 Mg ha⁻¹ e 7,70 Mg ha⁻¹), com valor médio de 10,04 Mg ha⁻¹ e desvio padrão de 2,35.

Tabela 4. Biomassa aérea encontrada para diferentes fitofisionomias (Mg ha⁻¹)

Ano	Autor	Campo limpo	Campo sujo	Campo cerrado	Cerrado ss	Cerradão
1994	Kauffman et al	7,13	7,32	8,63	10,03	
2005	Vale e Felfili				12,39	
2010	Lopes e Miola				7,70	19,80
	Média	7,13	7,32	8,63	10,04	19,8
	Desvio Padrão		0	0	2,35	0

Na Tabela 5 podem-se observar os resultados de biomassa nas raízes em diferentes anos para as fisionomias do cerrado. Estes resultados mostram que existem também um gradiente de biomassa de raízes relacionado com o grau de cobertura vegetal da parte aérea da planta. Assim pode-se identificar que os valores médios de biomassa de raízes seguem o gradiente de menor a maior cobertura vegetal aérea. Isto é raízes com menor cobertura vegetal apresentam menor biomassa, no entanto que do outro extremo, raízes com maior cobertura apresentam maior biomassa, nas fisionomias de cerrado. Desta maneira as médias de biomassa são: 16,3 Mg ha⁻¹ para campo limpo, 28,38 Mg ha⁻¹ para campo sujo, 35,93 Mg ha⁻¹ para cerrado *sensu stricto*, 46,6 Mg ha⁻¹ para cerrado aberto e 47 Mg ha⁻¹ para cerrado denso.

Na análise dos dados de biomassa de raízes a maior variação dos dados foi encontrado na fisionomia cerrado denso com desvio padrão de 10,3.

Tabela 5. Biomassa nas raízes para diferentes fitofisionomias.

Ano	Autor	Campo limpo	Campo sujo	Sensu stricto	Cerrado aberto	Cerrado denso
1997	Castro et al.	16,3	30,1		46,6	53
1998	Castro e Kauffman	16,3	30,1		46,6	52,9
1998	Abdalla et al.			41		
1998	Abdala et al			33,3		
2001	Lilienfein et al			30,4		
2004	Rodin		26,1	39		35,1
2009	Freitas et al.		27,2			
	Média	16,3	28,38	35,93	46,6	47
	Desvio Padrão	0	2,04	4,92	0	10,3

Na comparação das biomassas de parte aérea e de raízes em cada fisionomia pode se observar nas Tabelas 4 e 5 que as maiores quantidades de biomassa são encontradas nas raízes, devido ao fato da vegetação apresentar um sistema radicular bem desenvolvido e desta forma, capturar água e armazenar nutrientes em maiores profundidades do solo.

Conclusão

As análises realizadas durante o desenvolvimento do trabalho constataram que a estrutura da vegetação do cerrado *sensu stricto*, está estruturada de forma que as árvores com menor classe diamétrica possuem maior quantidade de indivíduos, e indivíduos com maior classe diamétrica possuem menor quantidade de representantes. Entretanto a biomassa aérea e o estoque de carbono são maiores nas classes diamétricas com menor quantidade de indivíduos. Quanto à quantidade de biomassa encontrada na parte aérea e raízes, foi observado que para as diferentes fitofisionomias de cerrado, as maiores quantidades encontram-se nas raízes, devido ao fato da vegetação apresentar um sistema radicular bem desenvolvido e desta forma, capturar água e armazenar nutrientes em maiores profundidades do solo. Conclui-se também, que existem poucos trabalhos de campo com informações de biomassa aérea e de raízes.

Referencias

- Vale, A. T. e Felfili, J. M. 2005, **Distribuição de Biomassa seca em um sítio de cerrado sensu stricto no Brasil Central**, R. Árvore, Viçosa-MG, v.29, n. 5, p.661-669, 2005.
- Abdala, G. C., Caldas, L. S., Haridasan, M. & Eiten, G., 1998, **Above and Belowground Organic Matter And Root: Shoot Ratio in a Cerrado in Central Brazil.** , 2(1):11-23, 1998.
- Latansio-Aidar, S. R., Oliveira, A. C. P., Rocha H. R. & Aidar M. P. M. 2010, **Fitossociologia de um Cerrado denso em área de influência de torre de fluxo de carbono Pé-de-Gigante Parque Estadual de Vassununga, SP**, Biota Neotrop. 10(1): [HTTP://www.biotaneotropica.org.br/v10n1/2n/abstract?inventory+bn00210012010](http://www.biotaneotropica.org.br/v10n1/2n/abstract?inventory+bn00210012010).
- Castro, E. A., Kauffman J. B. 1997, **Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire.** Journal of Tropical Ecology (1998) 14:263-283, Cambridge University Press.
- Delitti W. B. C., Pausas J. G., Burger D. M. 2001, **Belowground biomass seasonal variation in two Neotropical savannhs (Brazilian Cerrados) with different fire histories.** Ann. For. Sci. 58(2001) 713-721 INRA, EDP Sciences, 2001.
- Freitas, C. R., Sata, M. N., Miranda, H. S., Hirakuri, V. L. 2009, **Efeito da Queimada na Biomassa de Raízes em Campo Sujo, Brasília, DF.** Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13 a 17 de Setembro de 2009, São Lourenço – MG.
- Hämmerle I. N. C. 2006, **Ecofisiologia Comparativa de Espécies Arbóreas de Cerrado S.S. e Mata de Galeria.** Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, 2006.
- Kuntschik, G., **Estimativa de biomassa vegetal lenhosa em cerrado por meio de sensoriamento remoto óptico e de radar.** Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo 2004.
- Batalha, M. A., Mantovani, W., Mesquita Junior, H. N. 2001, **Vegetation Structure in Cerrado Physiognomies in South-Eastern Brazil.** Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, C.P. 11.461, São Paulo, SP, Brasil, 2001.

Oliveira, L. S., 2006, **Fluxos Atmosféricos de Superfície Sobre uma Área de Ecótono na Ilha do Bananal**. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – USP, 2006.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. **Fitofisionomias do bioma cerrado**. *In Cerrado: ambiente e flora* (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds). EMBRAPA-CPAC, Planaltina, p.89-166.

Rezende, A. V., Vale, A. T., Sanquetta, C. R., Figueiredo Filho, A., Felfili, J. M., 2006, **Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado sensu stricto em Brasília, DF**. *Scientia Forestalis*, n. 71, p. 65-76, agosto 2006.

Rodin, P., 2004, **Distribuição da Biomassa Subterrânea e Dinâmica de Raízes Finas em Ecossistemas Nativos e uma Pastagem Plantada no Cerrado do Brasil Central**. Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, 2004.

Rossatto, D. R., Hoffmann, W. A., Franco, A. C., 2008, **Características estomáticas de pares congêneros de cerrado e mata de galeria crescendo numa região transicional no Brasil Central**. *Acta bot. Brás.* 23(2): 499-508. 2009.

Vale, A. T., Fiedler, N. C., Silva G. F., 2002, **Avaliação Energética da Biomassa do Cerrado em Função do Diâmetro das Árvores**. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 12, n.2, p. 115-126, 2002.